

Alojzy Morzyniec

EKOFILOZOFICZNE ASPEKTY ZASTOSOWAŃ INŻYNIERII GENETYCZNEJ

Wprowadzenie

Jesteśmy świadkami, a poniekąd już beneficjentami (i oby w przyszłości także nie ofiarami) oszałamiających sukcesów, odkryć w dziedzinie genetyki*. Genetyka przeżywa rewolucję naukową dzięki umiejętnemu zastosowaniu osiągnięć wszystkich nauk ścisłych, a zwłaszcza biologii molekularnej, embriologii, chemii, fizyki, medycyny, informatyki i najbardziej wyrafinowanych technik laboratoryjnych. Powstał już ogromny przemysł oparty na inżynierii i biotechnologii genetycznej, zwłaszcza farmaceutyczny¹, produkujący nowe leki przy pomocy mikroorganizmów, transgenicznych roślin i zwierząt². Istnieje duża szansa, że uda się pokonać wiele nieuleczalnych dotąd chorób, bądź zapobiegać im, a także mocno wpłynąć na poprawę – ekosystemu – naturalnego otoczenia życia roślin, zwierząt i człowieka.

W artykule skupiam się na ekspozycji niektórych bezprecedensowych w tym zakresie osiągnięć, nie ukrywając możliwych zagrożeń. Odnoszę bowiem wrażenie, iż sensacyjne doniesienia o przyjściu na świat najpierw klonu owieczki Dolly, a następnie innych ssaków, a zwłaszcza po oświadczeniu Iana Wilmuta, iż tą drogą można by skutecznie sklonować człowieka, media zareagowały niezwykle emocjonalnie. Z jednej strony zapanowała histeria i przerażenie tak wielkie, że niemal wszystkie autorytety świata, włącznie z etykami, politykami, prawnikami, kościołami, parlamentami i innymi międzynarodowymi organizacjami, w tym interesującymi się równowagą ekologiczną, zaczęli bić na alarm i stosować odpowied-

* Odkrycia narastają tak lawinowo, iż najpierw dowiadujemy się o nich z mediów, zwłaszcza z codziennej prasy, aby później sięgnąć do fachowych wydawnictw.

¹ M. Fikus, *Rozwój firm biotechnologicznych*, [w:] *Genetyka molekularna*, red. P. Węgleński, Warszawa 1998, s. 440-442.

² *Ibidem*, s. 444-468; M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury. Inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, Warszawa 1997, s. 97-191.

nie naciski, potępienia i formalne zakazy. Z drugiej – powstały też nadzieje na poprawę zdrowia ludzi i natury. Dzięki potędze mediów mobilizowana jest również szeroko opinia publiczna. Sytuacja przypomina histerię, jaka zapanowała w niektórych kręgach na wieść o urodzeniu się dziecka „z probówki”, czyli przez zapłodnienie *in vitro*. Tymczasem dziewczyna ma już 25 lat, jest piękna, inteligentna i żyje normalnie, podobnie jak tysiące innych osób poczętych poza organizmem matki³. Technikę tę uważano za zagrożenie dla istoty człowieczeństwa. Podobne obawy budzi dziś klonowanie i inżynieria genetyczna⁴.

Najpierw skupię się na już osiągniętych sukcesach inżynierii i biotechnologii genetycznej, by w podsumowaniu wskazać na możliwe blaski i cienie ekosystemu ziemi, które te nowe technologie pociągają za sobą.

Inżynieria genetyczna a tradycyjna biotechnologia

Biotechnologią nazywamy hodowlę żywych organizmów i ich wytworów, zwłaszcza konsumpcyjnych, farmaceutycznych i innych, niezbędnych człowiekowi do życia. Do lat 80. ubiegłego stulecia dominowała biotechnologia tradycyjna, której początki sięgają nawet 10 tysięcy lat p.n.e. Począwszy od połowy lat 70. XX wieku rozpoczyna się nowa era biotechnologiczna⁵ oparta na inżynierii genetycznej, biologii molekularnej, embriologii i hodowlach tkankowych. Jest nowoczesną kontynuacją stosowanych od około 10 tysięcy lat sposobów hodowli zwierząt gospodarskich, uprawy roślin i stosowania mikroorganizmów w przemyśle fermentacyjnym, zwłaszcza do produkcji chleba, zsiadłego mleka, serów, kiszonek i piwa. Sądzi się, że pierwsze „udomowienie” zwierząt i roślin miało miejsce około 10 tysięcy lat p.n.e. w rejonach bliskiego i dalekiego Wschodu. Mniej więcej w tym czasie, w Mezopotamii udomowiono psa, a owce i kozy na terenie dzisiejszego Afganistanu oraz Iranu. Wówczas w Kanaan zaczęto uprawiać pszenicę i jęczmień. Wtedy też w Peru wprowadzono uprawę ziemniaka i fasoli, zaś w Indochinach ryżu, a dyni w Ameryce Środkowej. Około 8 tysięcy lat temu miano udomowić w Chinach świnię i bawoły wodne, a krowy na terenie obecnej Turcji. W Syrii zaczęto uprawiać pszenicę miękką, a w Anatolii twardą (z której produkuje się m.in. makaron). W Nowej Gwinei rozpoczęto uprawę trzciny cukrowej, w Indonezji bananów i orzechów kokosowych, w Azji lnu, w Meksyku kukurydzy i papryki. W Egipcie produkowano z użyciem drożdży piwo. Cztery tysiące lat później Sumerowie warzyli około 19 gatunków piwa, a ich receptury zachowały się do dzisiaj.

Nauczono się krzyżować zwierzęta, wysiewać nasiona roślin i stosować ich w hodowli – czyli mówiąc językiem współczesnym – wymieniano między po-

³ Por. R. M. Henik, *Jubileusz in vitro*, „Świat Nauki” 2003 (lipiec), s. 43-47.

⁴ Por. B. Chyrowicz, *Klonowanie a identyczność osoby*, [w:] *Klonowanie człowieka. Fantazje – zagrożenia, nadzieje*, red. B. Chyrowicz, Lublin 1999; L. Joseph, D. Suzuki, *Tajemnica życia. Czy bać się inżynierii genetycznej*, Warszawa 1996; M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 19-91. Warto zwrócić uwagę na wyważone stanowisko etyczne i teologiczne autorów tego opracowania.

⁵ M. Fikus, *Nowy wspinały świat biotechnologii*, [w:] *Genetyka molekularna...*, s. 438-474.

krewnymi gatunkami geny przez odpowiednią selekcję. Biorąc pod uwagę cechy morfologiczne, możemy więc zasadnie mówić o początkach tradycyjnej genetyki. Jej rezultaty są niezwykle. Wystarczy porównać różne gatunki psów pochodzące od jednego przodka – wilka. Przez wieki wyhodowano nawet miniaturowego jamniczka. Także wiele roślin przez zabiegi tradycyjnej biotechnologii wymieniało się genami, tworząc różne ich konfiguracje⁶.

Musiało więc dochodzić do krzyżówek międzygatunkowych lub ploidyzacji⁷. Szacuje się, że na wyhodowanie niektórych nowych gatunków zwierząt i roślin potrzeba było nawet 4 tysięcy lat. Na przykład współczesna pszenica ma trzy razy więcej genów, niż jej dziko rosnąca odmiana.

W tym kontekście inżynieria genetyczna jest w pewnym sensie kontynuacją tradycyjnej hodowli. Zasadnicza różnica polega na tym, że krzyżowano gatunki spokrewnione, a na efekty trzeba było bardzo długo czekać. W przeciwieństwie do tradycyjnej biotechnologii, obecna, oparta na inżynierii genetycznej, nie ma żadnych ograniczeń w przenoszeniu, mieszaniu genów danego gatunku – można przenieść i wymieszać geny jakiegokolwiek rośliny z jakimkolwiek gatunkiem zwierzęcia czy mikroorganizmu. Na przykład, ostatnio wprowadzono geny ludzkie do świńskich, po to, aby na powierzchni błon komórkowych świni pojawiło się „ludzkie” białko. Zamiast mozolnie krzyżować latami jakieś rośliny, dzięki inżynierii genetycznej możemy ten sam efekt osiągnąć w ciągu paru miesięcy. Takie krzyżówki są możliwe dlatego, że schemat życia jest zapisany w DNA, a jego zapis polega na identycznym sposobie (powielaniu). Każdy żywy organizm składa się z komórek o niemal identycznej budowie: w środku komórki jest jądro (z wyjątkiem bakterii), zawierające informację genetyczną zapisaną w skomplikowanej cząstce chemicznej w kształcie podwójnej helisy (DNA)⁸.

Jądro otacza cytoplazma, w której hipochondria zawierają około 1% informacji genetycznej, zaś całość jest otoczona błoną komórkową. Specjalnymi technikami możemy cząsteczkę DNA pociąć i „przykleić” do wyciętej części DNA innego gatunku. Dzięki temu mogą więc powstać nowe organizmy dla rolnictwa, dla farmacji i szeroko rozumianej medycyny, ale także służące poprawie naturalnego środowiska życia. Już obecnie wyprodukowano np. bakterie żywiące się ropą naftową, a planuje się wykorzystywanie bakterii do rozkładu wody na wodór i tlen. Jeśli taki szczep bakterii uda się „wyhodować”, uzyskamy czyste ekologiczne paliwo* – mieszaninę piorunującą, czyli dwa atomy wodoru łączące się wybuchowo z jednym atomem tlenu, co daje około 700 razy więcej energii niż porównywalna ilość ropy naftowej, przy czym produktem „spalania” będzie czysta woda. Do atmosfery przestałyby się przedostawać różne chemikalia, a zwłaszcza dwutlenek węgla – znikłaby groźba efektu cieplarnianego, zaś powietrze mielibyśmy o wiele zdrowsze! Uzyskalibyśmy przy tym odnawialne, niewyczerpywalne paliwo. Próby

⁶ Por. M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 10-11.

⁷ Por. H. Szarski, *Mechanizmy ewolucji*, Warszawa 1989; J. Monot, *Przypadek i konieczność*, Warszawa 1996; A. Hoffman, *Wokół ewolucji*, Warszawa 1997; J. H. Reichholf, *Twórczy impuls. Nowe spojrzenie na ewolucję*, Warszawa 1996.

⁸ Por. T. A. Brown, *Genomy*, przekł. P. Węgleński, Warszawa 2001.

* Obecnie technologie otrzymywania czystego wodoru są energochłonne i drogie.

z takim motorem, na początku XX wieku przeprowadził po raz pierwszy w świecie inż. Stanisław Bylicki, w pracowni kriogenicznej prof. Karola Olszewskiego na Uniwersytecie Jagiellońskim⁹. Tym paliwem są napędzane obecnie niektóre rakiety.

Produkcja leków przez mikroorganizmy

Mikroorganizmy, przede wszystkim wirusy i bakterie, są odpowiedzialne za większość trapiących ludzkość chorób, zwłaszcza o charakterze epidemicznym, na przykład różnego rodzaju odmian grypy, czy też AIDS – zespołu nabytego niedoboru odpornościowego. Są one bardzo „podstępne i sprytnie”, bowiem jeśli znajdziemy skuteczny chwilowo lek, potrafią szybko się zmutować i unieszkodliwić jego działanie, aby znów podstępnie i niespodziewanie zaatakować żywy organizm.

W przyrodzie, podobnie jak w każdym żywym organizmie, przeważają na szczęście przyjazne mikroorganizmy, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania życia i jego naturalnego środowiska. Poznanie mapy genotypu mikroorganizmów, a także roślin, zwierząt i człowieka umożliwia taką nim manipulację, aby osłabiać bądź eliminować mikroby groźne, zaś wzmacniać funkcje pożytecznych dla życia i naturalnego środowiska. Przykładowo wspomniane już wyprodukowanie szczepu bakterii żywiącej się ropą naftową, pozwala na znacznie szybsze eliminowanie ciężkich, zabójczych dla środowiska skutków katastrof tankowców. Sama przyroda musiałaby sobie z tym radzić przez długie lata przy ogromnych stratach własnych. Nowoczesne oczyszczalnie ścieków przemysłowych, fermentacyjny przemysł spożywczy, to inne przykłady pożytecznych zastosowań zmodyfikowanych genetycznie mikroorganizmów.

Najbardziej spektakularnym i obiecującym zastosowaniem mikroorganizmów, zwłaszcza bakterii zawierających w genotypie ludzkie geny, jest produkcja leków, których drogą tradycyjnej farmacji nie można uzyskać, a są niezbędne dla uratowania człowieka. W pierwszej kolejności trzeba wymienić ludzką insulinę, niezbędną do życia milionom chorych na cukrzycę, czyli o nieprawidłowo działającej trzustce. Dotychczas wypreparowywano insulinę z trzustek zabijanych na mięso cieląt i świń. Insulina cieląt różni się jednak od ludzkiej trzema aminokwasami, zaś świńska jednym. Może to powodować u niektórych ludzi reakcje uczuleniowe, które można osłabić zastosowaniem enzymu – tripsyny. Innym problemem jest możliwość przedostawania się do organizmu człowieka zwierzęcych infekcji wirusowych, na przykład bydłych prionów powodujących tzw. chorobę wściekłych krów.

W 1980 r. udało się wyprodukować ludzką insulinę z użyciem bakterii i drożdży. Teraz jest najczęściej produkowana tą właśnie metodą. Do genotypu bakterii bądź drożdży wmontowano ten fragment ludzkiego genomu, który wydaje normalnej trzustce dyspozycje do produkcji insuliny. Powstało lekarstwo zdrowsze

⁹ Z. Wojtaszek, H. Kuzyk, A. Morzyniec, J. Dubowy, K. Łopata, *Karol Olszewski*, Kraków 1990, s. 138-139.

i tańsze, nie wzbudzające zastrzeżeń etycznych ze strony obrońców zwierząt i wegetarian. Problem być może za kilka lat zniknie, bowiem drogą inżynierii genetycznej uda się chorej trzustce przywrócić jej normalne funkcje.

Metodą inżynierii genetycznej wyprodukowano także hormon wzrostu – zwierzęcy i ludzki. Zwierzęcy – w celu zwiększenia przyrostu masy mięsnej, przy tej samej ekonomii chowu, zaś ludzki – w celu leczenia karłowatości. Karierę robi bydlęcy hormon wzrostu, bowiem przy tych samych kosztach żywienia, znacznie podnosi się wydajność mleczną krowy, co z kolei powoduje nadprodukcję mleka i spadek jego ceny. Może to doprowadzić do bankructw małych ferm hodowlanych w Polsce, z chwilą objęcia produkcji mleka systemem kwotowym Unii Europejskiej.

Dzięki wypreparowaniu genów ze śliny białka pijawek i sklonowaniu nimi pewnego szczepu bakterii, uzyskano lekarstwo całkowicie rozpuszczające skrzepy krwi, co przynosi z kolei ratunek milionom ludzi, zagrożonych tą przypadłością.

Wyhodowano szczep bakterii produkujący szczepionkę na nieuleczalną dotąd odmianę żółtaczki prowadzącej do marskości wątroby. Podobną drogą otrzymano cały szereg innych szczepionek ratujących życie milionom osób. Uzyskano obiecujące wyniki w leczeniu niektórych chorób nowotworowych i innych, uchodzących za śmiertelne. Istnieje oczywiście groźba, iż jakieś zmutowane mikroby mogą się przedostać do ekosystemu i wywołać nieznane groźne skutki negatywne. Na razie naukowcy zapewniają, że nie jest to możliwe. Taka groźba wszakże wiąże się prawie z każdym postępem nauki. Nie ulega jednak wątpliwości, że to dzięki udanym badaniom nad mikroorganizmami udało się w przeszłości wyeliminować wiele epidemicznych chorób zabijających więcej ludzi niż wszystkie wojny, np. czarną ospę, gruźlicę, różne odmiany grypy. Jestem głęboko przekonany, że taką samą przysługę wyświadczy inżynieria genetyczna ludziom skazanym obecnie na śmierć, cierpiących na choroby, wobec których obecna medycyna jest bezsilna.

Już obecnie obiecujące są próby z lekami produkowanymi przez transgeniczne organizmy przeciw niektórym typom nowotworów, miażdżycy, płasawicy Huntingтона, Parkinsona, rozedmie płuc i innych. Sądzę, iż do tej części inżynierii genetycznej trudno mieć jakieś zastrzeżenia etyczne.

Transgeniczne* rośliny

Rośliny – rzecz jasna – wzbudzają największe obawy z punktu widzenia równowagi ekosystemu, naturalnego otoczenia człowieka. Już obecnie produkuje się głównie w USA, Chinach i Indiach na skalę przemysłową rośliny będące głównym pokarmem ludzi i zwierząt gospodarskich. Zmodyfikowano je metodą inżynierii genetycznej w celu:

- zwiększenia ich wydajności przy tej samej jednostce nawozowej i nakładzie pracy. Tą drogą udało się osiągnąć w niektórych spektakularnych przypadkach aż

* Nazwę tę przypisano tym organizmom wyższym, do których genomu wprowadzono nowe, heterologiczne (obce) geny, przekazywane następnym pokoleniom.

10-krotne zwiększenie wydajności ryżu z hektara, będącego podstawą żywnościową około 3 miliardów ludzi, kukurydzy, soi – niezbędnego dodatku pokarmowego dla wysoko mlecznych krów. Skutki tego będą niezwykle pozytywne dla naturalnego środowiska, bowiem do gleby, a tym samym do rzek, jezior i akwenów morskich będzie się przedostawać zdecydowanie mniej chemikaliów, co odnowi, bądź uratuje ginące gatunki życia w wodach. Ponadto, przy zmniejszonej produkcji nawozów i różnych chemikaliów, zmniejszy się emisja do atmosfery trujących gazów z kominów fabryk produkujących nawozy sztuczne. Dotyczy to zwłaszcza dwutlenku węgla odpowiadającego za efekt cieplarniany. Znika przy tym przepowiadana w przeszłości kasandryczna groźba głodu – mimo wzrastającej populacji ludności, istnieje nadprodukcja żywności w krajach Zachodu, a nawet w Chinach. Wprawdzie Unia Europejska bardzo ostrożnie podchodzi do transgenicznej żywności, jednak sądzę, że kiedy minie obsesja choroby wściekłych krów, to również w Europie rozpoczniemy produkować jadalne rośliny transgeniczne.

- Produkuje się warzywa i owoce pozbawione genów odpowiedzialnych za szybką stratę wartości odżywczych, głównie za sprawą bakterii gnilnych, rozkładowych. Tą drogą powstała m.in. specjalna odmiana pomidorów o lepszych zalecanych smakowych i zdrowotnych.
- W celu uodpornienia roślin na działalność szkodliwych owadów, głównie szarańczy, gąsienic i mszyc oraz uodpornienia roślin i drzew na zakaźne choroby wirusowe. Szacuje się, że straty w tej dziedzinie wynoszą do 30%, a w przypadku inwazji szarańczy nawet do 100% produkcji roślinnej. Do lat 80. ubiegłego stulecia stosowano dwie metody radzenia sobie z tym problemem. Pierwsza, najbardziej popularna, polegała na chemicznych metodach, które miały uboczne, groźne dla ekosfery skutki, bo zabijały pożyteczne owady, np. rody trzmieci i pszczoły niezbędnych do zapylania wielu gatunków roślin. Metoda druga – stosowana już była przed 4 tysiącami lat głównie w Chinach – biologiczna, polegająca na wykorzystywaniu owadów gatunku nieszkodliwego dla rośliny do zjadania owadów szkodliwych. Taki spektakularny przykład zastosowali Australijczycy do zwalczenia wprawdzie nie owadów, a ozdobnej rośliny, onuncji, pochodzącej z Ameryki, która zaczęła mnożyć się w zastraszającym tempie 300 tys. ha rocznie. Sprowadzono z Argentyny jajeczka specjalnego motyla, którego gąsienice żywią się tą rośliną – w efekcie została prawie całkowicie wyępiona.
- Obecnie wypreparowano z jadu skorpiona specjalną toksynę, którą wszczepiono w system immunologiczny liści, co powoduje, że szkodliwy owad lub wirus albo ginie, albo mu nie smakuje liść rośliny. Na razie skutecznie wypróbowano tę metodę w warunkach laboratoryjnych – na poletkach doświadczalnych, w celu zabijania gąsienic bielinka kapustnika. Efekt był pozytywny. Nie wiadomo, czy równie skutecznie będzie zabijał gąsienice innych motyli i owady. Jeśli tak, może to przyczynić się do zniknięcia tych rodzajów pożytecznych owadów i ptaków, dla których te gąsienice są głównym pokarmem, nie mówiąc już o możliwym wyginięciu motyli. Naukowcy zapewniają, że w warunkach

przyrodniczych nie zagraża takie niebezpieczeństwo. Istnieje też groźba przejęcia przez niektóre latające owady toksyny jadu skorpiona, co mogłoby być groźniejsze dla człowieka i zwierząt od dotychczasowych metod zwalczania szkodników. Uczeni zapewniają, że to także nie będzie możliwe.

- Transgeniczne rośliny produkuje się też w celu pozyskania leczniczych właściwości i do produkcji osocza krwi, co ma znaczenie dla wyznawców niektórych religii zabraniających transfuzji ludzkiej krwi – takie próby przeprowadzono z powodzeniem na liściach tytoniu.
- Transgeniczne rośliny produkuje się też, aby mogły, jak kaktusy, przetrzymać dłuższy czas suszę lub przymrozki do minus 5°C. Otóż woda zamarzająca w komórce rośliny rozsadza ją, bo lód zwiększa swą objętość. Okazuje się, że woda, jeśli nie zawiera zarodków krystalizacyjnych, może być w stanie płynnym przechłodzona nawet do minus 5°C, co ma wielkie znaczenie zwłaszcza w warzywnictwie i sadownictwie. Zabieg polega tu na usunięciu z rośliny genów kierujących produkcją białka krystalizacyjnego. Warto wspomnieć, że Międzynarodowe Centrum Ziemiaka, w ramach prac nad mrozoodpornym rodzajem tej rośliny, przeniósł część genów ryby arktycznej do DNA ziemiaka. Geny te regulują w rybie procesy hamujące zamarzanie płynów. Metoda okazała się bardzo skuteczna. Wegetarianie podnieśli jednak protest. Istnieją obawy, aby nie powstały szkodliwe transgeniczne rośliny – odporne chwasty wypierające rośliny jadalne. Na razie uczeni wykluczają taką możliwość¹⁰.
- Uczeni pracują też nad taką modyfikacją roślin uprawnych, aby żyły w warunkach nawet długotrwałej suszy i przymrozków, co ma ogromne znaczenie głównie dla tych stref Afryki, gdzie podstawą żywieniową jest maniok (dla około 700 milionów osób). Modyfikowany genetycznie wytrzymuje nawet ponad 4 miesiące suszy. Jednak wymaga on jeszcze takiej zmiany genetycznej, aby specjalna odmiana wirusa nie obniżała jego plonów – w niektórych przypadkach aż do około 80%. Powstały specjalne instytucje naukowe mające ulepszać kondycję tej rośliny w celu znaczącego wzrostu jej wydajności. Pracuje się też w tym rejonie nad modyfikacją ryżu i trzciny cukrowej w warunkach suszy. Rokowania są bardzo dobre. Być może widmo głodu w wielu państwach Afryki będzie albo całkowicie zwalczone, albo znacznie złagodzone.

Transgeniczne zwierzęta

Podobnie jak w przypadku modyfikacji mikroorganizmów i roślin, polegającej na hybrydyzacji DNA różnych gatunków, tak samo możliwa jest obecnie już stosowana hybrydyzacja DNA różnych zwierząt. Można wyhodować np. „kozy-owce”. Transgeniczne zwierzęta hoduje się głównie w następujących celach:

¹⁰ M. Fikus, *Bezpieczeństwo biotechnologii dla ekosfery i człowieka*, [w:] *Genetyka molekularna...*, s. 472-274; A. Chmiel, *Biotechnologia*, Warszawa 1998, s. 27-28.

- Dla zwiększenia wydajności mlecznej krowy i takiej poprawy zdrowotności jej mleka, aby działało jako prewencyjne lekarstwo na wiele możliwych chorób, na przykład miażdżycowych, nowotworowych, wenerycznych, a także aby uodporniało nasz system immunologiczny, m.in. przeciw takim chorobom, jak nowotworowe czy AIDS.
- W celu przyrostu masy mięsnej będącej pożywieniem dla wielu osób i równocześnie uczynienie jej zdrowszą, pozbawioną cholesterolu.
- W celu uodpornienia zwierzęcia na choroby i stresy.
- W celu produkcji „modeli” chorób ludzkich. Dotyczy to głównie myszy. Produkowane metodą inżynierii genetycznej lekarstwa dla człowieka, by uzyskać atest, muszą zostać wypróbowane na żywym organizmie. Najlepiej do tego celu nadają się myszy, ze względu na ich plenność i tanią produkcję. Ponieważ nie zapadają na większość ludzkich chorób, modyfikuje się poszczególne rody myszy tak, aby były „kopiami” ludzkich chorób, np. nowotworowych i AIDS. Można mieć opory etyczne wobec tych metod, ale czy znamy inne, bardziej humanitarne?
- Trwają próby wyhodowania takiego transgenicznego zwierzęcia, głównie świni (której narządy wewnętrzne są wielkością najbardziej zbliżone do ludzkich) w celu „oszukania” systemu immunologicznego człowieka tak, aby przeszczepy narządów tych zwierząt, np. nerek, serca, płuc i wątroby nie były odrzucane. Takie transgeniczne zwierzęta posiadałyby na powierzchni błon komórkowych „ludzkie” białko, przez co prawdopodobieństwo odrzutu przez system immunologiczny człowieka zbliżyłoby się do zera. W laboratoriach świata trwa w tej sprawie nieubłagany wyścig. Warto wspomnieć, że taką transgeniczną świnkę wyhodowano parę miesięcy temu w Instytucie Zootechniki Ministerstwa Rolnictwa w Krakowie-Balicach. Dokonał tego zespół wybitnych polskich uczonych w zakresie medycyny i zootechniki pod kierunkiem prof. Zdzisława Smożaka. Jeśli dzieci tej świni urodzą się transgeniczne, oznaczać to będzie pełny sukces. Problem jednak istniałby nadal, bowiem „zegar” biologiczny świni jest zaprogramowany na znacznie mniej lat, niż człowieka¹¹.

Być może nie będzie potrzeby „produkowania” przez świnię części „zamiennych” dla człowieka, bowiem Wielka Brytania dopuściła do wykorzystywania komórek macierzystych do celów terapeutycznych, zaś w ostatnich dniach obieżyła świat sensacyjna wiadomość¹², iż uczeni w Korei Południowej wyhodowali aż 30 ludzkich blastocystów, które mogą przeistaczać się w linię komórek macierzystych, z których może powstać niemal każdy ludzki organ, na przykład mięśnie, siatkówka oka, kości, tkanki łączne, gruczoły wydzielnicze, a tą drogą można wyhodować także serce, płuca, nerki, wątrobę i trzustkę. Narządy takie nie będą odrzucane przez system immunologiczny człowieka. Możliwe też chyba będzie „wyklonowanie” człowieka – w tym wypadku, moim zdaniem, nie ma obawy, że w przyszłości klonowanie powszechnie zastąpi poczęcie dziecka drogą płciową, seksualną –

¹¹ Por. S. J. Rosochacki, *Problemy bezpieczeństwa związane z transgenizacją zwierząt*, [w:] *Biotechnologia zwierząt*, red. L. Zwierzchowski, K. Juszczak, J. A. Modliński, Warszawa 1997, s. 673-682.

¹² „Gazeta Wyborcza” 2004, nr 37, 13 lutego, s. 1, 14-15.

przez jedyne w swoim rodzaju cudowne zespolenie dwojga ludzi, którzy się kochają. Owszem, w celach czysto naukowych, powstanie klon i być może nieplodne pary, bądź lesbijki pójdą tą drogą w celu uzyskania potomstwa, podobnie jak część małżeństw nie mogących normalnie począć dziecka, decyduje się na zapłodnienie *in vitro*. Sądzę, że opory ze strony filozofów, etyków, teologów i polityków nie powstrzymają tego procesu. Prokreacja przez klonowanie cofałaby nas jednak w kierunku odwrotnym w stosunku do milionów lat trwającej ewolucji życia, byłaby regresem zarówno biologicznym¹³, jak i kulturowym, obdzierając o niepowtarzalne nas przeżycia bliskości dwojga ludzi.

Nic nie wskazuje, że grożą nam jakieś monstrualne katastrofy ekologiczne spowodowane przez inżynierię genetyczną. W przyszłości produkcja żywności w dużej mierze obywatąca się bez nawozów sztucznych i herbicydów oczyści rzeki, poprawi plenność i zdrowie ryb oraz innych wodnych istot, podniesie kondycję zdrowotną człowieka i zmniejszy emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Powstaną nowe generacje lekarstw dla ludzi i zwierząt. Wielu ludzi skazanych w młodym wieku na śmierć przez nieuleczalną chorobę będzie miało szansę na dożycie w zdrowiu do późnej starości.

Naturalnie, jakakolwiek manipulacja genetyczna w przyrodzie nie może dać stuprocentowej gwarancji, iż nie obejdzie się bez skutków ubocznych. Najcelniej to ujął amerykański uczony Jeremi Rifkin w następującej wypowiedzi:

A teraz wyobraźcie sobie, proszę, wprowadzenie na szeroką skalę tysięcy zmienionych genetycznie gatunków bakterii, wirusów, roślin i zwierząt. Elementarny rachunek prawdopodobieństwa pokazuje, moi mili, że nie jest możliwe, by wszystkie te organizmy były bezpieczne [...] Ilekroć zmieniony genetycznie gatunek wprowadzamy do środowiska, ryzykujemy, że wymknie nam się spod kontroli, podobnie jak to się zdarza z gatunkami obcymi dla danego obszaru. W złożonym środowisku, w którym w ciągu milionów lat utworzyła się skomplikowana sieć wzajemnych powiązań i zależności, pojawia się nagle obcy element. Każda taka ingerencja to gra w ekologiczną ruletkę. Choć szanse wywołania katastrofy ekologicznej są niewielkie, jednak gdyby się ona wydarzyła, to z niewyobrażalnymi, nieodwracalnymi skutkami¹⁴.

Naturalnie kwestie możliwych zagrożeń nie należy oddzielać od poważnych rozważań etycznych¹⁵, aby ustalić pewne ramy dopuszczalności modyfikacji życia metodą inżynierii genetycznej. Krytycy w rodzaju Rifkina podkreślają, że zagrożenia wobec naturalnego środowiska wszelkiego życia są tak wielkie, iż należy tę metodę badań naukowych zakazać, tym bardziej, że taka poprawa „boskiej natury” jest moralnie nie do przyjęcia. Fanatycznie podzielają jego pogląd, że „[...] szatan jest już u drzwi, podstępnie przebrany za inżyniera i przedsiębiorcę”¹⁶. Zdecydowani zaś przeciwnicy poglądów Ryfkina i jego zwolenników podkreślają

¹³ Por. Z. Piątek, *Ludzkość wobec wyzwań ze strony inżynierii genetycznej*, [w:] *Człowiek wobec świata na przełomie wieków. Nowe i dawne wzorce duchowości*, red. M. Kudelska, Kraków 2001, s. 244-245.

¹⁴ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 57-58.

¹⁵ B. Chyrowicz, *Bioetyka a ryzyko*, Lublin 2000; H. Jonas, *Zasada odpowiedzialności. Etyka dla cywilizacji technologicznej*, Kraków 1996.

¹⁶ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 73.

z naciskiem, że przecież Bóg dał nam władzę nad wszystkim, co żyje¹⁷ i stwierdzają, że

Inżynieria genetyczna [...] dotyczy procesów będących częścią Opatrzności, mających swoje miejsce w boskich zamiarach co do przyszłości świata¹⁸.

Podsumowanie

W przeszłości, wiele wynalazków część populacji ludzkiej traktowała jako kroki ku jej unicestwieniu, bądź prowadzące do osłabienia kondycji człowieka. Najczęstszym obecnie oskarżeniem wobec inżynierii genetycznej jest zagrożenie nam straszącymi katastrofami ekologicznymi i wyeliminowaniem uczuć międzyludzkich, mądrości ukrytej

...w tajemnicy natury, która łączy przyjemność seksualną, niewypowiedziane pragnienie jedności, dzielenie miłosnego zjednoczenia oraz tkwiące głęboko i jedynie częściowo wyrażone pragnienie zrodzenia dzieci w istotnej aktywności, przez którą kontynuujemy łańcuch ludzkiej egzystencji i uczestniczymy w odnowie ludzkich możliwości. Bez względu na to, czy zdajemy sobie z tego sprawę, oddzielenie prokreacji od seksu, miłości i intymności jest dehumanizacją, niezależnie od tego, jak dobry byłby jej skutek¹⁹.

Ekspresja, pozbawienie tych uczuć, cofałoby nas w kierunku odwrotnym, zarówno w stosunku do ewolucji biologicznej, jak i kulturowej, a tym samym eliminowała z naszego życia, to co najpiękniejsze.

Naturalnie, jakakolwiek manipulacja genetyczna nie może być uznana za działalność bez skutków ubocznych. Najmocniej krytykuje ją, cytowany już, amerykański uczony, Rifkin. Mimo to, osobiście jestem przekonany, że „stawianie ograniczeń działalności poznawczej jest moralnie błędne i groźne politycznie”²⁰. Zakaz stosowania inżynierii genetycznej mógłby nas kiedyś zaprowadzić istotnie do niewyobrażalnej dziś katastrofy w przyszłości. Może metodą inżynierii genetycznej dokonamy odkryć, które poprawią ekosferę i sprawią, że będzie bardziej przyjazna dla życia²¹. Musimy jedynie wypośrodkować między dwoma skrajnymi postawami: uniemożliwienie wszelkich badań w dziedzinie inżynierii genetycznej, bądź pozbawienie ich jakiejkolwiek kontroli. Musimy ocenić zyski i straty. Zyskiem ewidentnym jest likwidacja chorób, głodu, czystsza gleba, rzeki i powietrze. Straty, to możliwość wyprodukowania np. groźnych mutantów mikroorganizmów, które

¹⁷ Por. Przymierze Boga z Noem, [w:] *Pismo Święte Nowego i Starego Testamentu*, Poznań-Warszawa 1990, s. 30-31. Oczywiście przymierze to zdaje się ugruntowywać antropocentryczne stanowisko człowieka wobec przyrody.

¹⁸ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 73.

¹⁹ R. L. Kass, *Mądrość oburzenia. Dlaczego powinniśmy zakazać klonowania człowieka?*, [w:] *Klonowanie człowieka...*, s. 177.

²⁰ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 62.

²¹ Por. Z. Piątek, *Przyroda i wartość*, [w:] *Wartość bycia. Władysławowi Stróżewskiemu w darze*, red. L. Zbucka, Kraków-Warszawa 1993, s. 159-175.

mogłyby wykorzystać organizacje terrorystyczne. Niemniej, choć brak wśród filozofów pełnej zgody, przeważa utylitarystyczny pogląd, że winien liczyć się w pierwszej kolejności interes człowieka, jego szczęście, a więc zmniejszenie ilości ludzi cierpiących na nieuleczalne dotąd choroby, bardziej przyjazne otoczenie przyrodnicze, wzrost dobrobytu, produkcja wystarczającej ilości pożywienia, nie tylko dla ludzi, ale i zwierząt.

Lektura literatury światowej prowadzi do wniosku, iż filozofowie²², podobnie jak teologowie²³, są niemal równo podzieleni na tych, którzy traktują rozwój inżynierii i biotechnologii genetycznej jako zagrażającej niemal apokaliptyczną katastrofą ekologiczną, zaś inni widzą w postępach badań genetycznych jedyny ratunek dla biosfery w całości, ratunek przed możliwymi nieznanymi katastrofami na wzór średniowiecznych epidemii. Osobiście uważam, że skoro życie kształtowało się przez 3 miliardy lat, to, aby mogło powstać tysiące gatunków żywych istot, musiały się geny mieszać, z tą różnicą, że trwało to miliony lat. Powstawały przy tym niewyobrażalne epidemie. Dzisiaj, kiedy poznajemy mapę genetyczną żywych istot, jesteśmy w stanie przeciwdziałać takim katastrofom. Nie mają, moim zdaniem, wystarczającej mocy negatywnej wypowiedzi głoszące, iż „Natura wie najlepiej”, bo uczyła się miliardy lat tego, co wytworami inżynierii genetycznej chcemy zmienić w kilka tygodni bądź miesięcy, tak jak nie mają racji ci, którzy agresywnie atakują genetyków za to, że rzekomo chcą zepsuć doskonały twór Boga – Naturę.

A czyż przez budowę fabryk, zanieczyszczanie owej Natury nie dość ją już zepsuliśmy? Teraz, jestem o tym głęboko przekonany, czas ją naprawiać właśnie metodami inżynierii genetycznej! Gatunki w przyrodzie ciągle zmieniały się w czasie, także w wyniku świadomej działalności człowieka. Wysuwane zarzuty o nie-naturalności inżynierii genetycznej nie wytrzymują też krytyki w obliczu tak strasznych zjawisk, jak trzęsienia ziemi, tajfuny i inne klęski żywiołowe. Nie mówiąc już o potwornych zachowaniach ludzi, takich jak patologiczna zawiść, agresja, zabijanie. Jak podkreśla teolog Don Kupitt, Naturę można postrzegać jako „opiekuńczą matkę, dobrą w każdym calu”, ale też jako „dziką, nieokiełznaną i bezlitosną”²⁴. Karol Darwin podzielał ten punkt widzenia wskazując na „nędzne, marnotrawne, okrutne, błędzące po omacku prawa natury”²⁵. Trudno obronić na przykład pogląd, że przetwarzanie manioku odpornego na suszę, stanowiącego szansę dla głodującej, a nieraz umierającej z braku pożywienia części ludności Afryki, jest naganne moralnie. Oczywiście samo podejście utylitarystyczne nie zawsze wytrzymuje krytykę. Dlatego odpowiada mi całościowy pogląd o współzależności wszystkich postaci życia tworzących jedność ekologiczną. Nie zgadzam się zatem z raportem Światowej Wspólnoty Kościołów, jakoby inżynierii genetycznej towarzyszył „światopogląd nie uwzględniający uzależnienia ludzkości od Ziemi jako matki, źródła życia i pożywienia”²⁶. Tutaj można odwołać się do Immanuela Kanta

²² I. S. Fiut, *Ekofilozofia, geneza i problemy*, Kraków 2003.

²³ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 73-91.

²⁴ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 68.

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ *Ibidem*, s. 70

i jego imperatywu kategorycznego i praktycznego. Mówi w nich wyraźnie o szcunku, który jest do pogodzenia zarówno z podmiotowym, jak i przedmiotowym traktowaniem, i siebie i innych. Pominiecie dążeń drugiej strony jest więc nie do zaakceptowania, a czyż inżynieria genetyczna nie produkuje „źródła życia i pożywienia”, czy nie traktuje troskliwie Ziemi jako Matkę, kiedy produkuje na przykład bakterie żywiące się ropą naftową, pomagając tym samym Matce Ziemi przywrócić jej naturalne funkcje? Albo czy uczony szkodzi Matce Ziemi pracując w laboratoriach nad wytworzeniem takiego szczepu bakterii, który będzie pobierał tlen z wody, a wtedy uzyskamy tanie źródło wodoru, a tym samym, czyste ekologicznie paliwo, niewyczerpalne źródło energii, przez co niemal zniknie zanieczyszczenie tlenkami węgla i innymi substancjami chemicznymi atmosfery? Albo jeśli ograniczymy ilość wysiewanych nawozów sztucznych i trujących herbicydów przy zwiększonej ilości produkowanej żywności? Czy dzięki inżynierii genetycznej Matka Ziemia nie karmi już ludzi? Czy dzięki inżynierii genetycznej ludzie nie są zdrowsi i jest mniej cierpienia? Śmiem twierdzić, że gdyby nie metody inżynierii genetycznej, Matce Ziemi mogłaby grozić niewyobrażalna katastrofa, nie mówiąc już o powszechnym głodzie. Dzięki gwałtownemu podniesieniu wydajności plonów, przy niemal nie zwiększonych nakładach, inżynieria genetyczna jest szansą na uzdrowienie Matki Ziemi, a także na ulżenie doli biednym i głodującym, zwłaszcza wielu Afrykanom²⁷.

Kończąc ustosunkowywanie się do raportu Światowej Wspólnoty Kościołów, pragnę przypomnieć wypowiedź Phila Challisa, polemizującą z przeciwnikiem inżynierii genetycznej, Andrew Linzeyem:

Jesteśmy wspólnie z Bogiem współtwórcami, „cudownie stworzonymi” (Ps. 139, 14). On wzywa nas, byśmy wykorzystując naszą ograniczoną swobodę, postępowali odpowiedzialnie, prowadząc dalej proces manipulacji genetycznych udomowionych zwierząt i roślin. Teologia kładąca nacisk na ucieleśnienie, a nie na przeciwstawność duszy i ciała, kładąca nacisk na nieustanne stawanie się, a nie na niezmiennosc jako zasadniczą cechę natury Boga, kładąca nacisk na współzależności, a nie na dominację spoza układu, taka teologia chrześcijańska może stanowić ramy ukazujące dobro w inżynierii genetycznej²⁸.

Inżynieria genetyczna wymaga oczywiście wielkiej ostrożności, aby przypadkiem do środowiska naturalnego nie przedostały się jakieś groźne, zmutowane mikroorganizmy, rośliny, owady i zwierzęta. Przy takim ostrożnym i roztropnym podejściu, przy uniemożliwieniu organizacjom terrorystycznym dostępu do tajemnic inżynierii genetycznej²⁹, możemy się czuć względnie bezpieczni. Miejmy nadzieję, iż tak jak nie doszło po II wojnie światowej do wykorzystania ogromnych arsenałów nuklearnych, tak będzie i w przypadku inżynierii genetycznej. Sądzę, że

²⁷ Por. J. Aleksandrowicz, *Sumienie ekologiczne*, Warszawa 1988.

²⁸ M. J. Reiss, R. Straughan, *op. cit.*, s. 90.

²⁹ Obecnie w publikacjach naukowych najważniejsze elementy sukcesu doświadczalnego w zakresie inżynierii genetycznej utajnia się. Możemy się przez to czuć względnie bezpiecznie. Ogranicza to jednak możliwość weryfikacji części eksperymentu i poniekąd wolność nauki, ale, jak sądzę, jest to uzasadniona cena ochrony przed możliwymi niewyobrażalnymi katastrofami, do których świadomie doprowadzają fanatycy. Por. H. Küng, *Pokój na świecie – światowe religie, światowy etos*, [w:] *Idee etyczności globalnej*, red. J. Sekuła, Siedlce 1999, s. 144-146.

w tej sprawie winna opracować ściśle zasady i konwencje Organizacja Narodów Zjednoczonych, bo z całą pewnością nie zahamujemy badań naukowych nad fenomenem życia.

Jak słusznie podkreśla Ignacy Fiut

...reprodukcja wszelkich form życia musi z konieczności zakładać adekwatną reprodukcję ich środowiska [...], umysł człowieka daje mu ową wyjątkową moc, sprawiającą, że zdominował on inne istoty żywe w takim stopniu, że to właśnie od niego zależy ich dalsze bytowanie, za które – jako jedyny w pełni świadomy gatunek – ponosi odpowiedzialność. Musi więc z całą odpowiedzialnością uświadomić sobie i to, że jego dalsze bytowanie zależy od istnienia tego środowiska i współistniejących w nim innych istot żywych z własnymi niszami ekologicznymi [...], wszelkie bowiem formy ekstremizmów ekologicznych najczęściej zaświadczały o bezsilności intelektualnej światopoglądów ludzi, którzy je głoszą i podejmują tego typu działania³⁰.

Jestem przekonany, że nastąpi roztropna, mądra i zrównoważona „reprodukcja” zdrowego środowiska istot żywych, w tym człowieka. Cała bowiem biosfera jest – jak twierdzi amerykańska uczona Lynn Margulis – Gają, a więc „jednym, żywym organizmem”³¹. Uważa ona, że motorem ewolucji gatunków jest symbioza. Genetyka nie potrafi na obecnym etapie ani potwierdzić, ani zaprzeczyć tej hipotezie.

Na koniec zwolennikom i przeciwnikom badań w zakresie inżynierii genetycznej pragnę przypomnieć słowa François Jacoba:

Wyobraźnia rozwija przed nami stale odnawiający się obraz tego, co możliwe. I właśnie z tym obrazem konfrontujemy bez przerwy to, czego się obawiamy, i to, w czym pokładamy nadzieję. Ale jeśli odnajdywanie przyszłości tkwi w samej naszej naturze, to system ten jest tak urządzony, że nasze przewidywania muszą pozostawać niepewne [...], cokolwiek by się stało zmiany muszą zachodzić, ale przyszłość będzie inna od tego, jak sobie ją wyobrażamy. Uwaga ta dotyczy szczególnie nauki. Badanie naukowe jest procesem bez końca i nigdy nie można przewidzieć, jak będzie on ewoluował. [...] Dlatego właśnie nie można tylko akceptować pewnych aspektów nauki, a odrzucać innych [...], nauka jest albo jej nie ma. A jeśli jest, to nie można brać z niej tylko tego, co się kocha. Trzeba zaakceptować również jej część nieprzewidywalną i niepokojącą³².

³⁰ I. S. Fiut, *Natura i umysł w ujęciu ekofilozoficznym*, [w:] *Ekologia i społeczeństwo*, red. A. Delorme, Wrocław 2001, s. 23-39.

³¹ M. Fikus, *Czy symbioza i horyzontalny transfer genów mogą być motorem ewolucji?*, [w:] *Genetyka molekularna...*, s. 436-437; por. R. Margulis, *Gaja to twarda sztuka*, [w:] *Trzecia kultura*, red. J. Brockman, Warszawa 1996.

³² F. Jacob, *Gra możliwości*, Warszawa 1987, s. 97-98.